한전KPS주식회사

PROFESSIONAL MAINTENANCE

펌프 축정렬 기준 개선사례

작성자 : 변재철 선임

소　속 : 한전 KPS TSP Center



Contents +

펌프 축정렬 기준 개선사례

Ⅰ 설비 현황

Ⅱ 점검항목

Ⅲ 케이싱레벨 수정

Ⅳ 결론



I 설비현황

Ⅰ. 설비현황

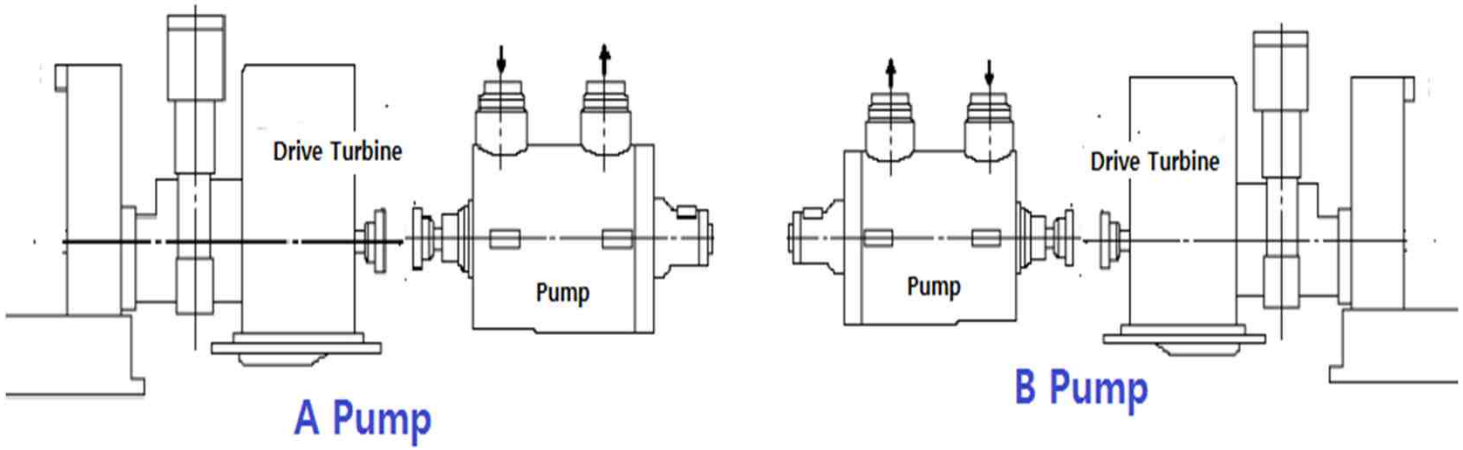
□ 개요

- 현재 설비의 설치상태는 제작사가 제공한 축정렬 기준값과 비교하여 과도한 오정렬 상태임.
- 축정렬 기준값으로 조정하기 위해서는 펌프측의 축중심 높이를 낮추어야 함.
- 펌프측 하부에는 축정렬을 위해 제거할 수 있는 Shim이 부족하여 기준값에 만족하는 값으로 조정이 불가능함.
- 축정렬 기준값을 만족하기 위해서는 펌프축의 중심을 낮추는 작업 또는 터빈축의 중심을 높여주는 작업이 필요한 상태임.
- 과도한 오정렬 상태의 운전은 커플링에 과도한 외력으로 작용하여 커플링의 손상으로 인한 운전불가상태에 이를 수도 있음.
- 설비의 안정적 운전을 위해 터빈측 케이싱 레벨의 조정을 통한 축정렬 수정작업 수행

Ⅰ. 설비현황

□ 발전설비 주급수 펌프 현황

- 터빈 구동 주급수 펌프 : 2대(상시 운전)
- 모터 구동 주급수 펌프 : 1대(발전소 기동시/비상시 운전)

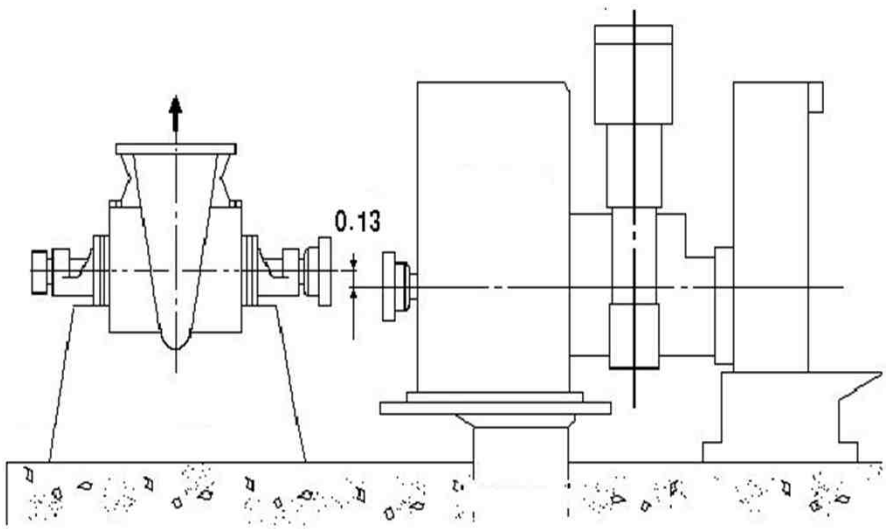


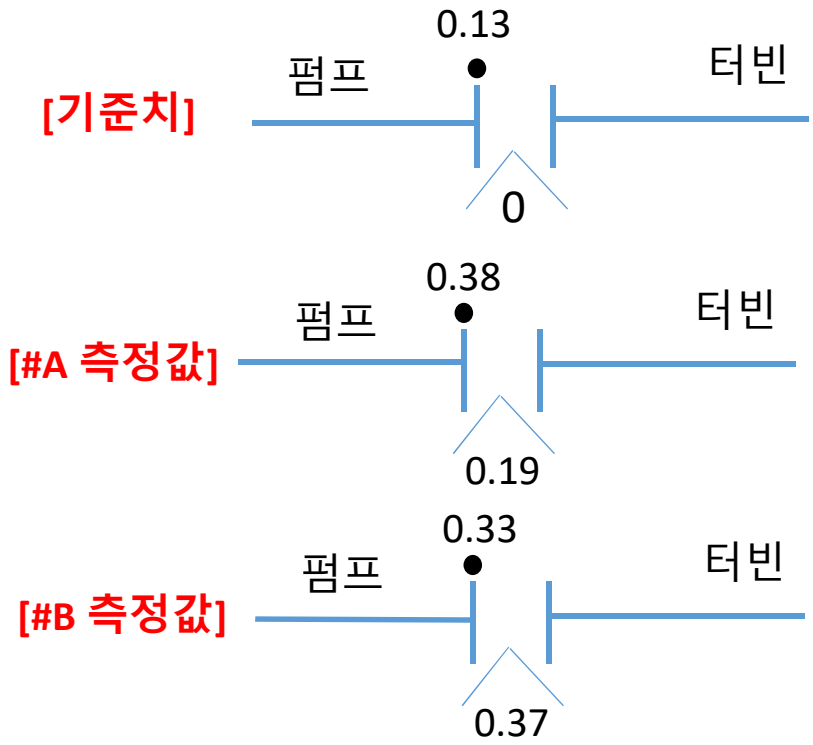
□ 설치상태

- 급수펌프가 TBN 3F에 설치되어 있음.
- 구동 TBN Exhaust Hood가 하부방향으로 연결되어 있음.

Ⅰ. 설비현황

□ 축정렬 기준치





- 제작사 기준치로 축정렬을 수정하기 위해서는 펌프의 Base Shim을 제거해야 함.
- 펌프 하부의 Shim의 부재로 펌프의 높이를 낮출 수 없어 현재의 과도한 오정렬 상태로 운전중에 있음.
- 운전중 커플링 운전상태 점검(Strobe Light)결과 Disc Pack의 휨 현상이 발견되어 커플링 손상에 의한 불안정한 상태임이 확인됨.



II 점검항목

Ⅱ. 점검항목

1. 정지전 점검

□ 진동 Data

기기번호	RPM	1(HP TBN)		2(LP TBN)		3(Pump I/B)		4(Pump O/B)	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
A	5397	9<056 13	9<327 12	3<116 9	3<062 10	36<005 53	33<256 50	4<163 19	5<027 19
B	5394	9<062 15	4<323 9	11<294 17	7<234 12	8<347 35	21<234 35	40<113 50	43<011 45

- 베어링 운전 온도와 진동 측정값을 확인한 결과 안정적인 상태에서 운전중이며, 설비의 Alarm 설정값(100㎛)과는 여유가 있는것으로 확인됨.

Ⅱ. 점검항목

□ 축정렬 변화량 Monitoring 시행

- 기기의 열팽창, 기초침하, 배관 응력 등으로 인한 축정렬의 변화값 측정 장비 설치
- 고온 운전조건의 회전기기 상호간 위치변화를 Monitoring하여 열팽창을 포함한 배관응력, 진공, 케이싱의 변형 등에 의한 정렬 변화량과 축선의 위치를 변경시키는 다른 원인까지 분석 가능한 시스템
- Hot →Cold 상태 또는 Cold→Hot 상태까지의 변화량을 측정하여 정상(부하) 운전중 축선이 최적화되도록 정비시 미리 예상 이동방향으로 Misalignment 값을 적용함.



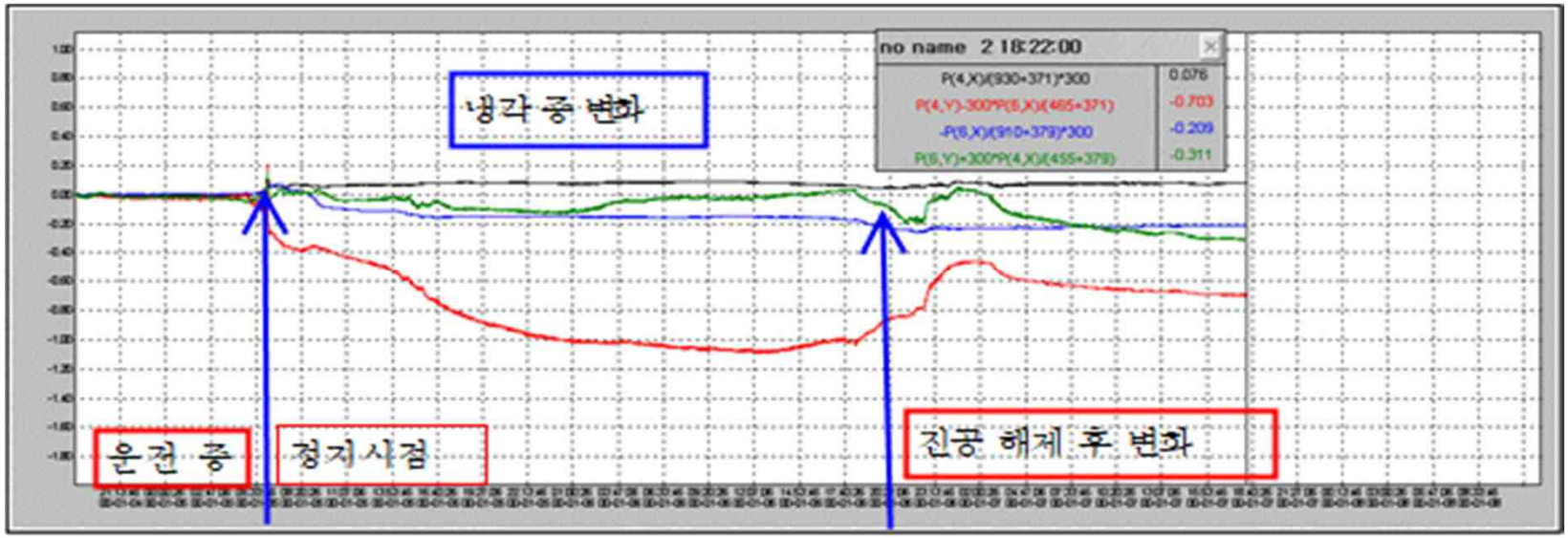
Monitoring 장비 설치 사진

Ⅱ. 점검항목

□ 측정조건

▪ 정상운전(Hot) 상태에서 12시간, 정지 후 냉각과정 60시간을 측정하여 축정렬 변화상태 Monitoring

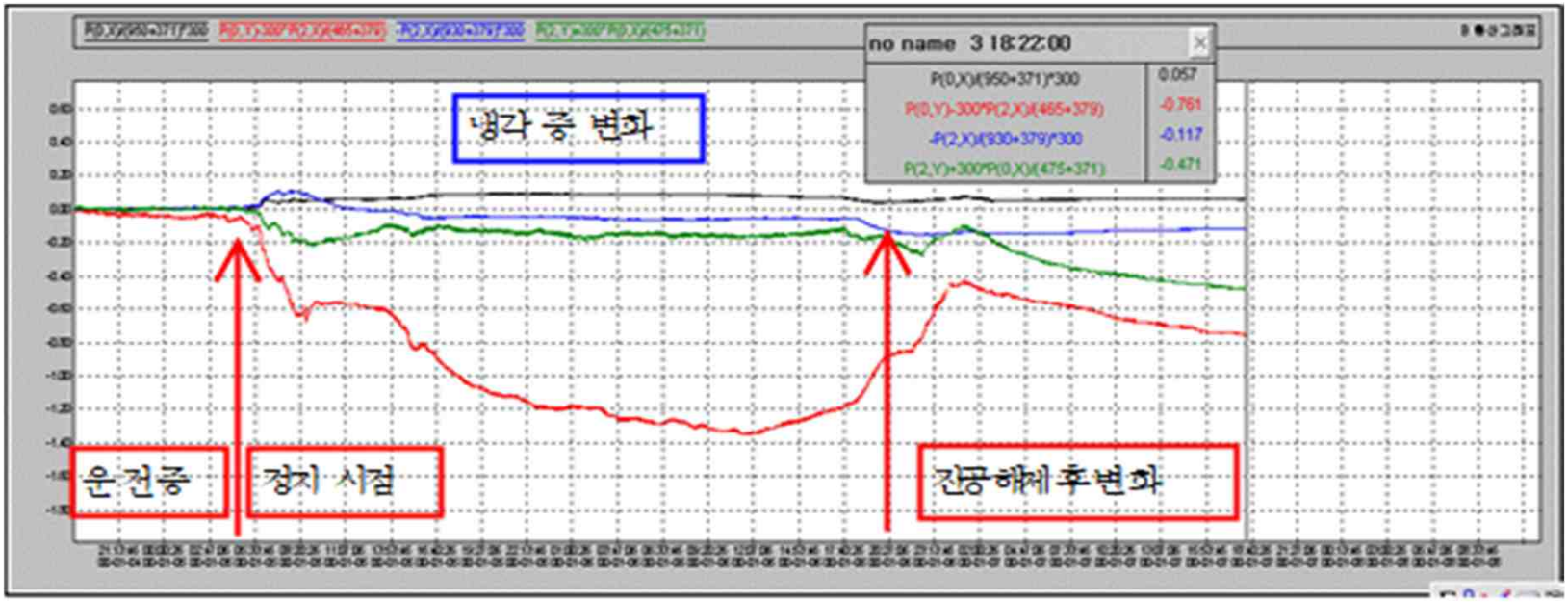
□ #A 측정결과



- 수직방향 RIM 변화량 : -0.703mm → 펌프가 낮아짐
- 수직방향 FACE 변화량 : -0.209mm → 하부가 벌어짐
- 수평방향 RIM 변화량 : - 0.31mm → 9시 방향이 높음(Pump End View)
- 수평방향 FACE 변화량 : 0.076mm → 3 시 방향이 벌어짐

Ⅱ. 점검항목

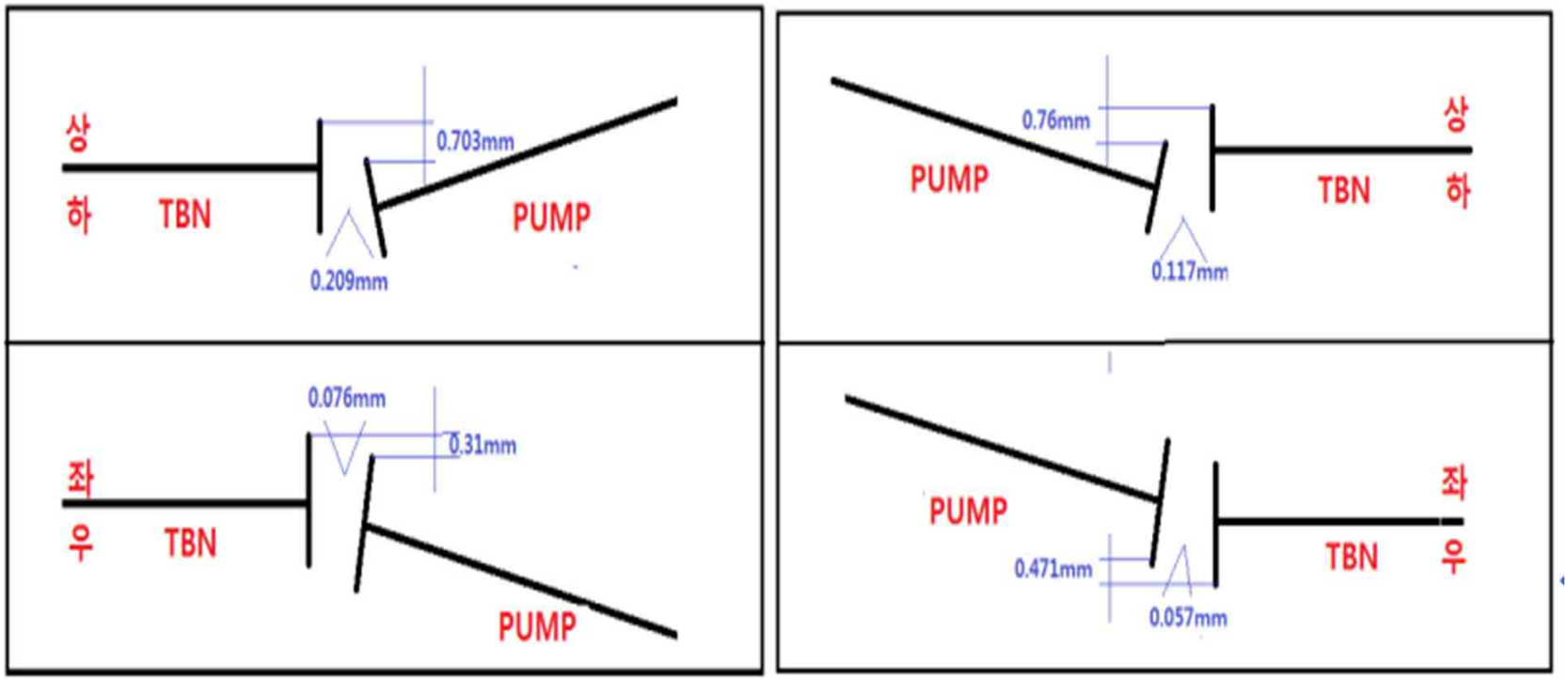
□ #B 측정결과



- 수직방향 RIM 변화량 : -0.76mm → 펌프가 낮아짐
- 수직방향 FACE 변화량 : -0.117mm → 하부가 벌어짐
- 수평방향 RIM 변화량 : - 0.471mm → 9시 방향이 높음(Pump End View)
- 수평방향 FACE 변화량 : 0.076mm → 3시 방향이 벌어짐

Ⅱ. 점검항목

□ 축오정렬 변화량(Hot → Cold)

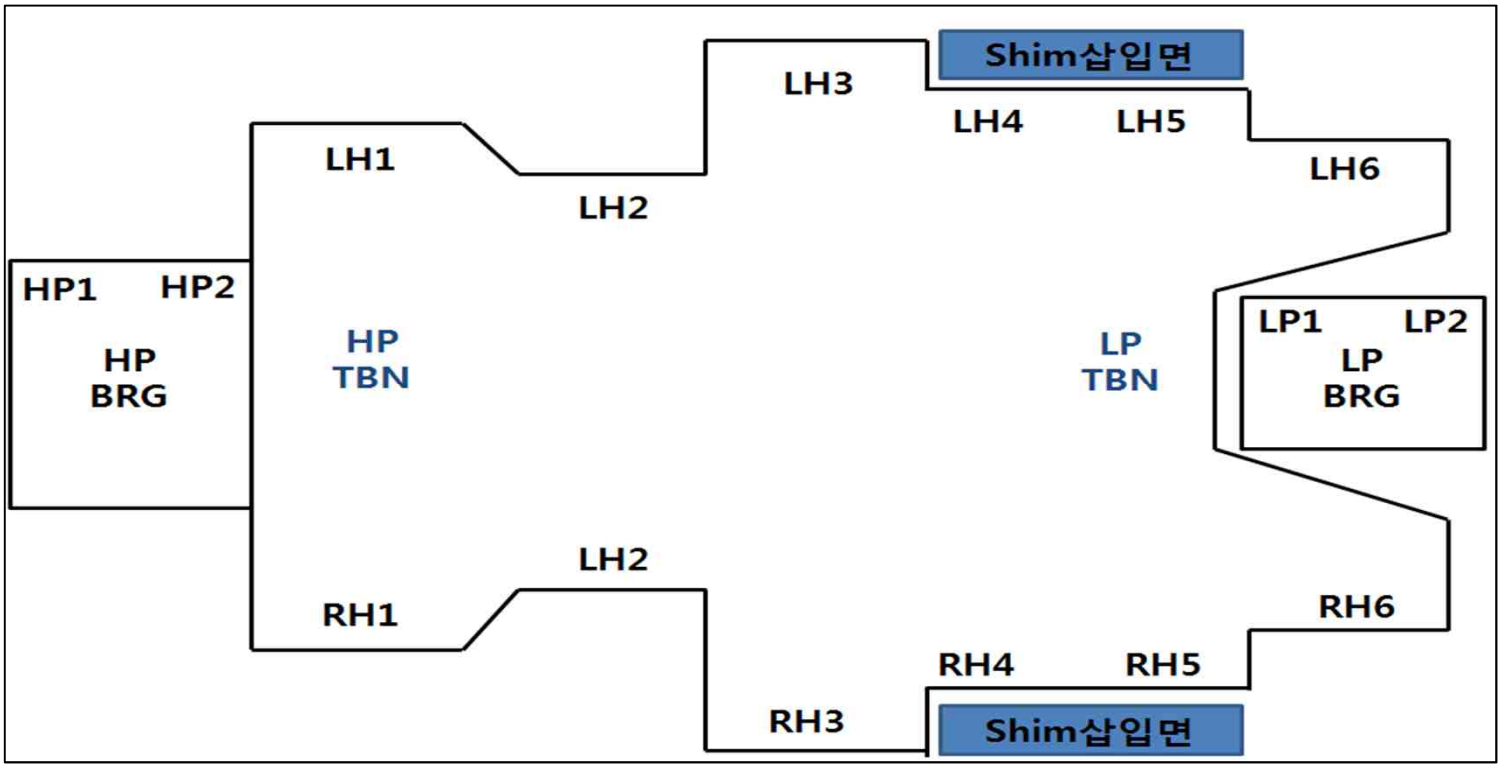


- 정상 운전부터 정지 후 냉각과정에 발생한 변화는 냉각된 상태에서 정렬 후 정상 운전될 경우 반대로 변한다는 것을 의미하므로, 냉각된 상태에서 축정렬시 측정된 변화량 만큼의 오정렬(Misalignment)이 필요함.

Ⅱ. 점검항목

2. 정지 후 점검항목

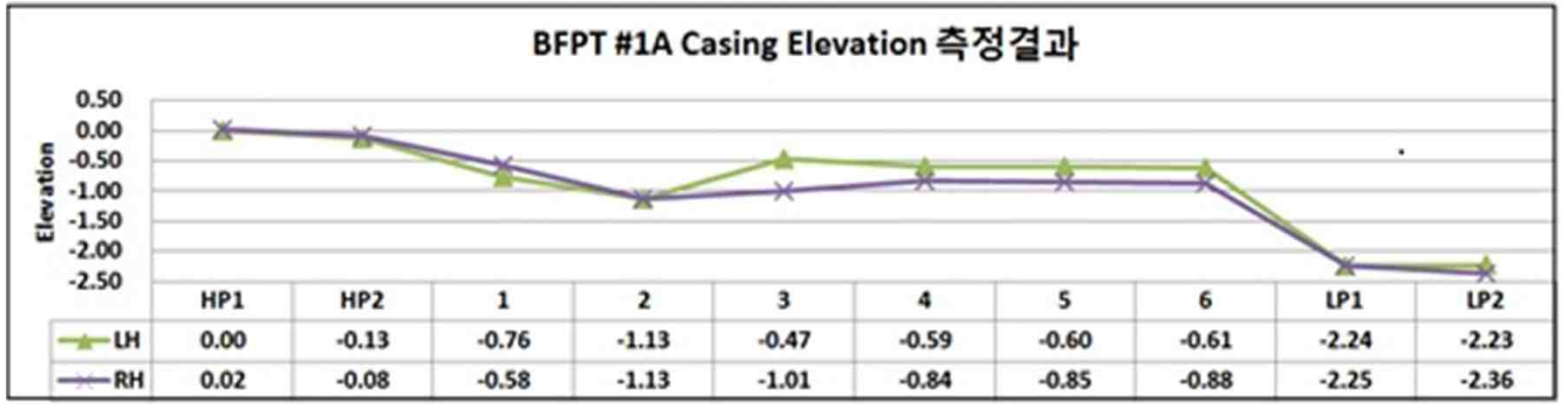
☐ TBN Casing Elevation 측정



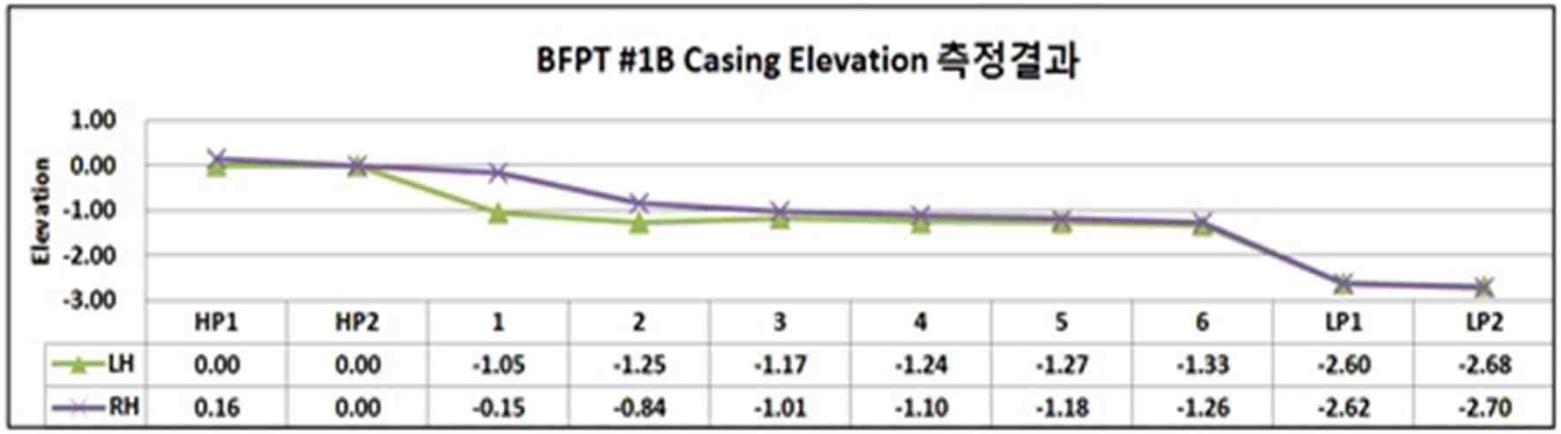
- HP BRG. 1번(HP1) Left Side를 기준으로 상대적인 높이를 측정하기 위하여 좌우로 각각 10Points를 선정하여 측정 시행

Ⅱ. 점검항목

□ Casing Elevation 측정 결과



	HP1	HP2	1	2	3	4	5	6	LP1	LP2
LH	0.00	-0.13	-0.76	-1.13	-0.47	-0.59	-0.60	-0.61	-2.24	-2.23
RH	0.02	-0.08	-0.58	-1.13	-1.01	-0.84	-0.85	-0.88	-2.25	-2.36



	HP1	HP2	1	2	3	4	5	6	LP1	LP2
LH	0.00	0.00	-1.05	-1.25	-1.17	-1.24	-1.27	-1.33	-2.60	-2.68
RH	0.16	0.00	-0.15	-0.84	-1.01	-1.10	-1.18	-1.26	-2.62	-2.70

Ⅱ. 점검항목

□ 측정결과 분석

- TBN Casing면 Elevation 측정결과는 LP BRG측이 HP BRG측보다 #A는 최대 0.61mm, #B는 최대 1.33mm 낮은 상태로 기울어진 상태
- 최초 설치시 Data 부재로 Elevation의 변화량에 대한 예측은 불가능함.
- 좌우 Elevation은 #B의 경우 차이가 많이 나지 않지만, #A의 경우 0.20mm이상 차이 확인 → #A 좌측에 추가적인 Shim 보상이 필요함.

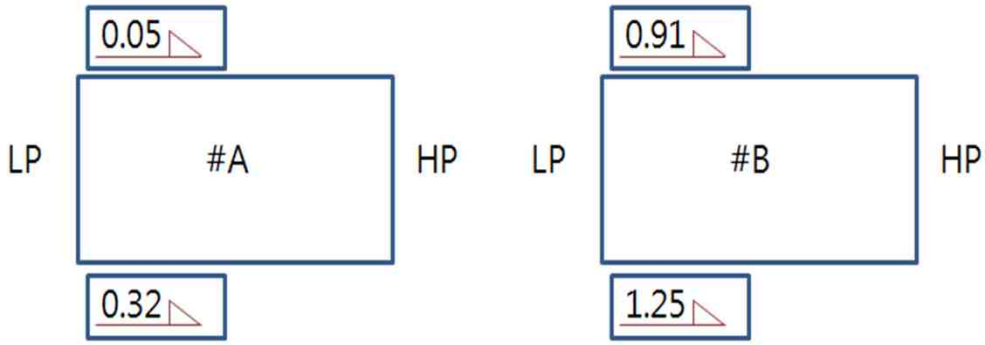


TBN. Casing Elevation 측정사진

Ⅱ. 점검항목

□ Sole Plate Level 점검결과





Sole Plate 측정사진 및 측정결과

Ⅱ. 점검항목

□ 측정결과 분석

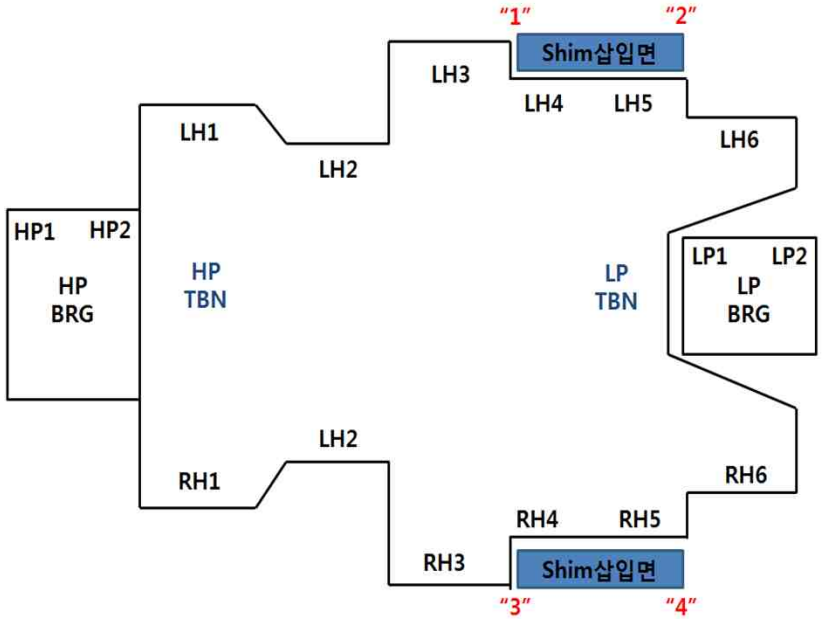
- Sole Plate Level 측정결과 축방향으로 #A,B 모두 HP BRG. 측이 높은 상태이며, #A에 비해 #B의 기울기가 큰 상태임
- Sole Plate와 Casing의 Level 차이가 크면 Sole Plate와 Base Plate 사이에 Soft Foot이 발생될 가능성이 높으므로 이에 대한 점검이 필요함.
- 현재 Sole Plate Level 상태는 최초 설치시 제작사 및 Code에서 권고하는 기준치를 벗어난 상태이며, 지반침하에 의한 Level 변화로 추정되고 침하시 강성변화 및 축정렬 변화 등 기기 운전에 영향을 미치므로 지속적인 관리가 필요함.

3.9.3.4 Soleplate level is to be set longitudinally and transversely to within 40 micrometers per meter (0.0005 inches per foot) with no more than 13 micrometers (0.005 inches) elevation difference between any two points taken on an individual soleplate. In addition, each pair of soleplates (where more than one soleplate is used under an individual piece of equipment) shall be at the same elevation to within 13 micrometers (0.005 inches).

Sole Plate Level 기준(API 682)

Ⅱ. 점검항목

☐ Base Plate Soft Foot 측정



Soft Foot 측정위치





Soft Foot 측정사진

Ⅱ. 점검항목

□ Base Plate Soft Foot 측정결과

	Left Front ("1")	Left Rear ("2")	Right Front ("3")	Right Rear ("4")
#A	0	0.20	0	0.30
#B	0	0.49	0	0.31

▪ Soft Foot 측정결과 #A, B 모두 Rear측 Base에 존재하였으며, Soft Foot 만큼의 Shim 추가 삽입이 필요함.

▪ 특히 #B Left Rear Side는 0.49mm로 Soft Foot이 가장 큰 상태임.

▪ 구조물의 Soft Foot 발생시 Casing 변형에 의한 내부간극 변화, Base Plate 강성 감소에 의한 진동발생 등 운전 중 문제 발생의 원인이 될 수 있으므로 반드시 수정이 필요하며, 금번 터빈 Lifting 작업시에는 Base Rear측 Shim 추가 삽입을 통해 Soft Foot을 수정함.



III TBN Casing Level 조정작업

Ⅲ. TBN Casing Level 조정작업

□ TBN Lifting 및 Shim 삽입

▪ TBN은 현재 HP Front Standard에 비해 LP 방향이 #A 0.6mm, #B 1.3mm 낮은상태를 유지하고 있으며, HP Casing의 기울기에 비해 LP Side의 기울기가 심하므로 HP Casing은 고정된 상태에서 LP Casing만 Lifting을 실시함.

▪ HP BRG.과 Shim 삽입부 Casing Elevation을 최대한 일치시키기 위해 #A는 0.50mm, #B는 1.0mm Shim을 삽입함.

▪ TBN Casing Lifting을 위해 LP Side Base Plate에 Jig를 용접 설치하였으며, Exhaust hood Lifting Jig를 Hood 하부에 제작 및 설치함.





TBN Casing Lifting용 JIG

Ⅲ. TBN Casing Level 조정작업

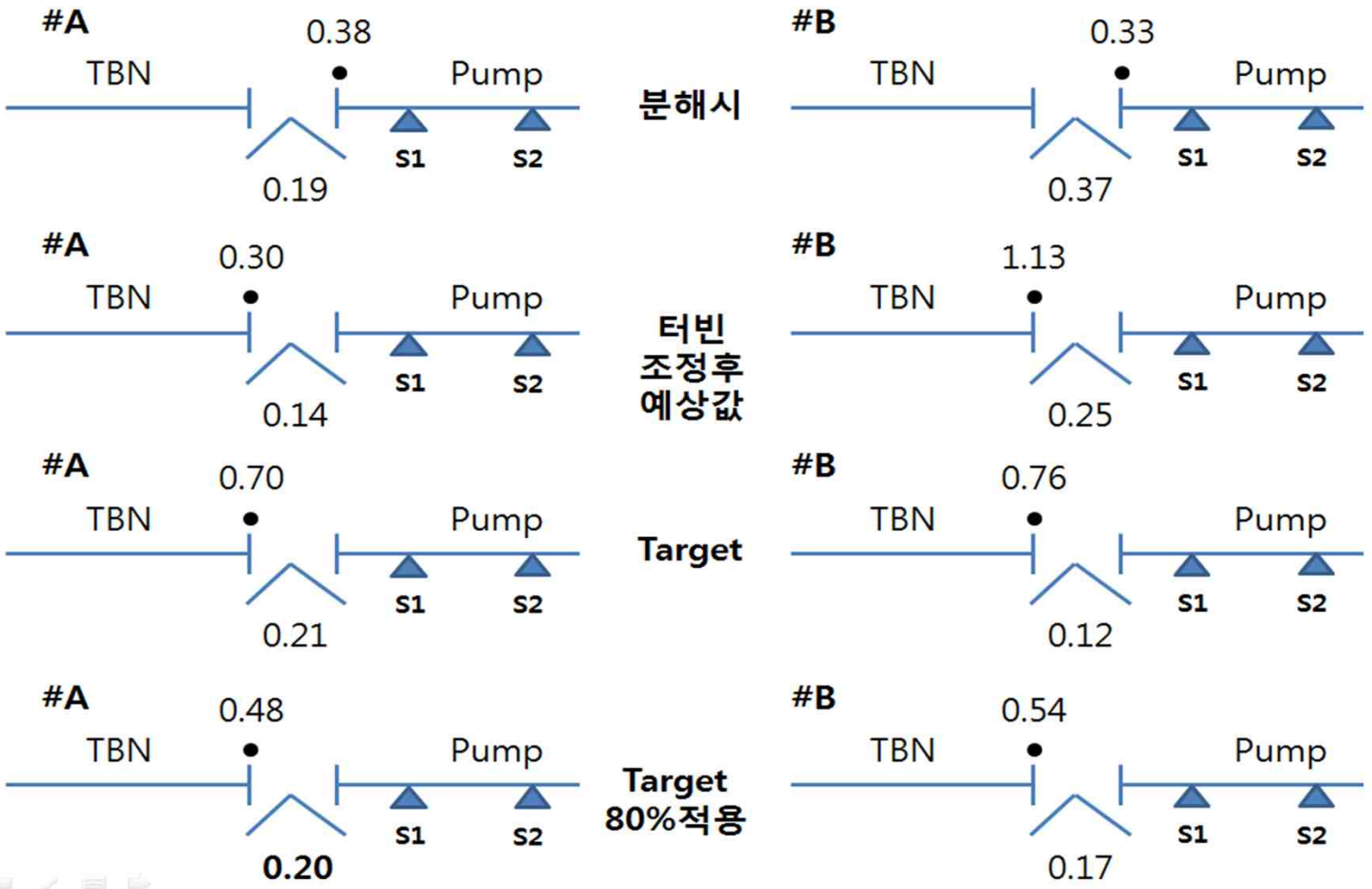
□ TBN Casing Lifting 시행 후 축정렬 변화 예상값

축정렬값(펌프조정)				
Coupling 외경	앞발거리	뒷발거리	앞발수정량	뒷발수정량
350	1085	840	-0.96	-1.41
Face	-0.19	하부Open		
RIM	-0.38	Pump 높음		
		0.38		
		.		
TBN				Pump
		^		
		0.19		
Target값				
	0.70			
	.			
TBN				Pump
		^		
		0.21		
최종수정량				
Face 변화량	-0.02	하부로 Open		
Rim 변화량	-1.08	Pump내림		
앞발	-1.01	Shim취외		
뒷발	-0.96	Shim취외		

축정렬값(터빈조정)				
Coupling 외경	앞발거리	뒷발거리	LP조정량	HP조정량
350	500	4000	0.9	0
Face(변화량)	0.08	상부Open		
RIM(변화량)	1.01	TBN 상승		
Face(예상량)	-0.11	하부Open		
RIM(예상량)	0.63	TBN 상승		
		0.08		
		v		
TBN				Pump
		.		
		1.01		
변화후				
	0.63			
	.			
TBN				Pump
		^		
		0.11		
최종수정량				
Face(변화후)	-0.10	하부로 Open		
Rim(변화후)	-0.07	Pump내림		
앞발	0.25	Shim삽입		
뒷발	0.49	Shim삽입		

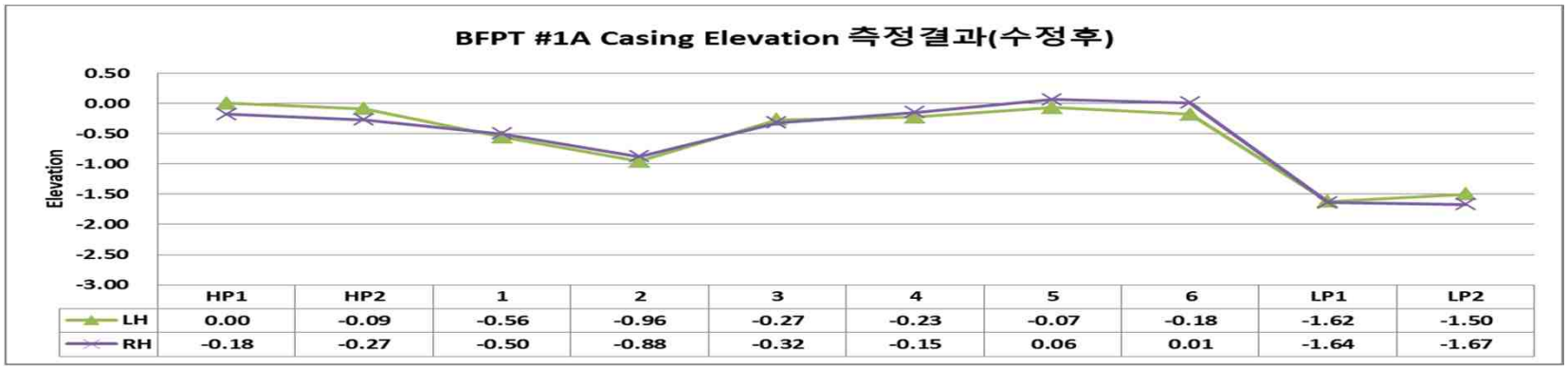
Ⅲ. TBN Casing Level 조정작업

□ TBN Casing Lifting 시행 후 축정렬 변화 예상값

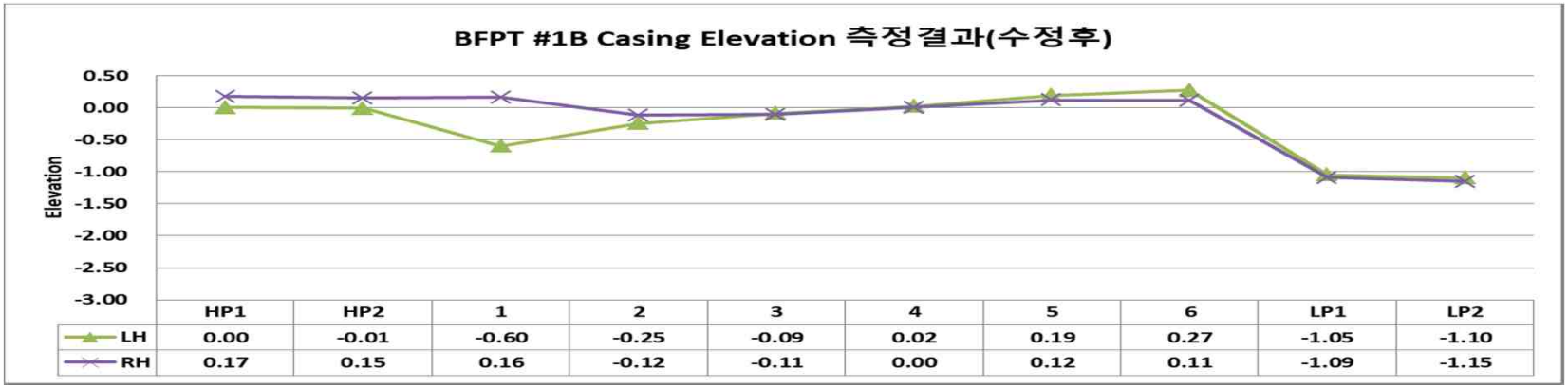


Ⅲ. TBN Casing Level 조정작업

□ TBN Lifting 후 Casing Elevation점검



	HP1	HP2	1	2	3	4	5	6	LP1	LP2
LH	0.00	-0.09	-0.56	-0.96	-0.27	-0.23	-0.07	-0.18	-1.62	-1.50
RH	-0.18	-0.27	-0.50	-0.88	-0.32	-0.15	0.06	0.01	-1.64	-1.67



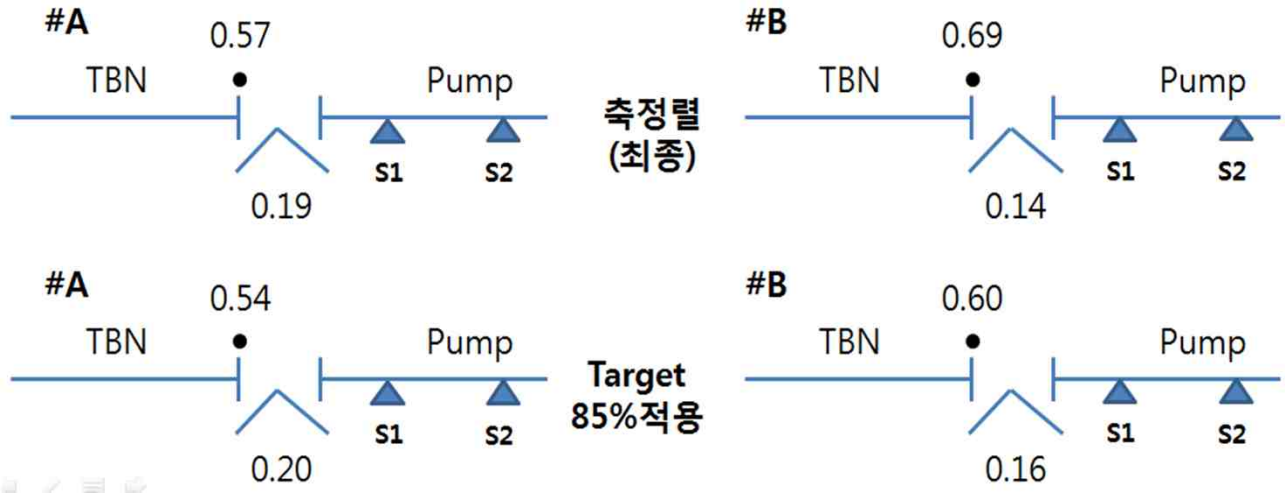
	HP1	HP2	1	2	3	4	5	6	LP1	LP2
LH	0.00	-0.01	-0.60	-0.25	-0.09	0.02	0.19	0.27	-1.05	-1.10
RH	0.17	0.15	0.16	-0.12	-0.11	0.00	0.12	0.11	-1.09	-1.15

▪ LP TBN Base Shim 삽입 후 측정한 Casing Elevation 결과값은 수정전에 비해 HP BRG부와 Shim 삽입부의 Elevation 편차가 줄어들었음.

Ⅲ. TBN Casing Level 조정작업

□ 축정렬 최종수정 결과

- TBN. Lifting량이 좌우 편차와 Soft Foot의 보상을 위해 추가된 Shim들에 의해 예상값 보다 많고, Pump Centering 변화에 의해 축정렬 상태가 일부 변화되었음.
- 축정렬의 상하방향 수정은 #A, B 모두 열성장량 측정값의 80~85%가 적용되도록 수정하였음.



TBN. Casing Level 수정 후 축정렬 최종값



Ⅳ 결론



Ⅳ. 결론

□ 검토의견

- 운전중 Rotor가 기울어져 있고, 하부 Face가 Open이 과도한 상태이지만 진동 및 베어링 온도 등은 안정된 상태에서 운전되고 있었음.
- 본 설비는 TBN 건물 3F에 설치되어 있고, Exhaust Hood는 하부로 설치되고 Condenser로 연결되어 있어 지속적인 LP Side로의 침하로 Cold상태와 Hot상태에서의 축정렬 변화량(하부 Face 벌어짐)이 심해질 것으로 예상되어, TBN Casing Elevation 변화에 대한 지속적 관리가 필요함
- 펌프와 터빈의 축의 연결을 위해 설치된 Shim Pack Coupling은 상당량의 오정렬을 수용하지만, Misalignment량이 증가할수록 신뢰성 운전기간이 짧아지는 특징이 있으며, 심할 경우 운전중 Shim Pack 탈락으로 인한 고진동이 발생될 수 있음.
- 금번 실시한 TBN Lifting 작업은 TBN과 펌프간의 운전중 최적의 축정렬 상태의 유지에 필요한 펌프 하부 Shim 삽입을 위해 실시하였으며, 냉각시 측정한 열성장량의 80~85% 정도를 목표값으로 설정하여 수정함.
- #A, #B는 Front Standard(HP Side)는 고정된 상태에서 LP BRG부의 Elevation을 수정한 상태로 운전중 LP BRG Load 증가에 의한 온도 변화, Thrust Gap 변화로 인한 Thrust BRG 온도 변화 등의 영향이 있을 수 있으므로 지속적인 관찰이 필요함.

Thank You

